

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-347052

(43)Date of publication of application : 05.12.2003

(51)Int.Cl.

H05B 33/14

H05B 33/02

(21)Application number : 2002-147395

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

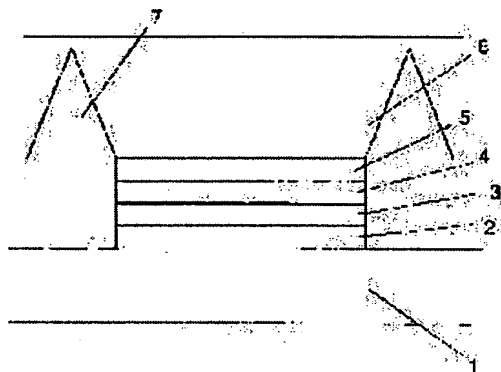
(22)Date of filing : 22.05.2002

(72)Inventor : HAMANO TAKASHI
SASANO TOMOHIKO
TANAKA YASUHIRO
YAMAGUCHI HIROSHI
SUGIURA HISANORI(54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT, DISPLAY DEVICE AND MOBILE
TERMINAL USING SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic electroluminescent element capable of maintaining high luminous efficiency, and a display device and a mobile terminal using the same.

SOLUTION: The organic electroluminescent element has a substrate 1 having thereon at least an anode 2 for injecting a hole, a luminescent layer 4 having a luminescent region, and a cathode 5 for injecting electrons, and is equipped with a light angle conversion panel 6 on the element forming surface side of the substrate 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.04.2005

[Date of sending the examiner's decision of
rejection][Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-347052

(P2003-347052A)

(43)公開日 平成15年12月5日(2003.12.5)

(51)Int.Cl.

識別記号

FI

テーマコード(参考)

H05B 33/14
33/02

H05B 33/14
33/02

A 3K007

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願2002-147395(P2002-147395)

(22)出願日 平成14年5月22日(2002.5.22)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 濱野 敬史

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 笹埜 智彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

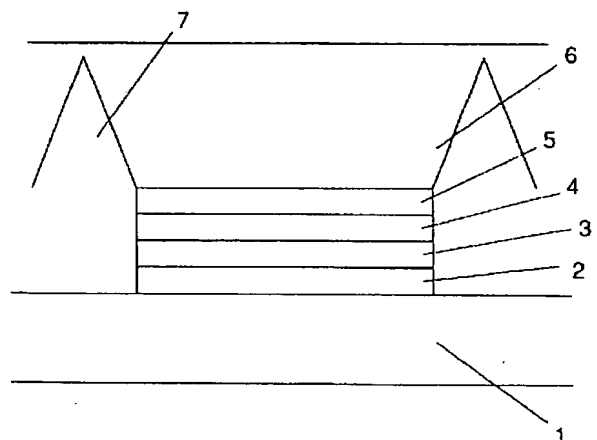
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子、それを用いた表示装置及び携帯端末

(57)【要約】

【課題】 本発明は、高効率な発光性能を維持する事ができる有機エレクトロルミネッセンス素子、それを用いた表示装置及び携帯端末を提供する事を目的とする。

【解決手段】 基板1上に、少なくとも正孔を注入する陽極2と、発光領域を有する発光層4と、電子を注入する陰極5を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、基板1の素子形成面側に、光の角度変換パネル6を備えてなる構成としたものである。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に、少なくとも正孔を注入する陽極と、発光領域を有する発光層と、電子を注入する陰極を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、前記基板の素子形成面側に、光の角度変換パネルを備えたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項2】前記光の角度変換パネルは、前記基板の素子形成面に設けられた保護膜を介して接合されたことを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項3】前記光の角度変換パネルは、その光取り出し面が散乱面からなることを特徴とする請求項1、2いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項4】前記光の角度変換パネルは、面内方向の1方向に平行な、複数の溝を備えることを特徴とする請求項1～3いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項5】前記光の角度変換パネルは、面内方向の互いに直交する2方向に平行な、複数の溝を備えることを特徴とする請求項1～4いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項6】前記光の角度変換パネルに形成される溝は、その断面形状が略V字形の2つの直線からなる、直線的なV字形溝であることを特徴とする請求項1～5いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項7】前記光の角度変換パネルに形成される溝は、その断面形状が略V字形の内に凸な曲線からなる、曲線的なV字形溝であることを特徴とする請求項1～5いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項8】前記光の角度変換パネルに形成される溝は、対称な形状であることを特徴とする請求項1～7いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項9】前記光の角度変換パネルに形成される溝は、非対称な形状であることを特徴とする請求項1～7いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項10】前記光の角度変換パネルに形成される溝は、少なくともその側面に、光反射面を形成してなることを特徴とする請求項1～9いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項11】前記光の角度変換パネルに形成される溝は、少なくともその側面に、前記光の角度変換パネルよりも屈折率の小さな媒質からなる面を形成してなることを特徴とする請求項1～9いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項12】前記光の角度変換パネルを形成する媒質の熱膨張係数は、前記基板の熱膨張係数の80%以上、かつ、120%以内であることを特徴とする請求項1～11いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項13】請求項1～12いずれか1記載の有機エ

2

レクトロルミネッセンス素子を用いて、前記陽極がストライプ状に個々電氣的に分離され、前記陰極がストライプ状に個々電氣的に分離されて構成されて、画像表示配列を有し、前記光の角度変換パネルに彫られる溝の方向と、いずれかのストライプ電極により形成される画素の方向とが同じである事の特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項14】請求項1～12いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を用いて、前記陽極、あるいは、前記陰極のいずれかが、個々電氣的に画素毎に分離されて構成されて、前記分離された電極は、少なくとも1つ以上のスイッチング素子を介して走査されることで、画像表示配列を有す画像表示配列を有し、前記光の角度変換パネルに彫られる溝の方向と、画素の方向とが同じである事の特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項15】前記V字形溝の方向は、前記各画素が形成する列、あるいは、行の方向と等しいことを特徴とする請求項13、14いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項16】前記V字形溝の各方向のピッチは、前記各画素に対応する前記発光部の各方向のピッチと略等しく、前記略V字形の溝の中心は、前記各画素の中心を結ぶ略中間点にあることを特徴とする請求項13～15いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項17】前記V字形溝の各方向のピッチは、前記各画素に対応する前記発光部の各方向のピッチよりも小さいことを特徴とする請求項13～15いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項18】前記V字形溝により形成される凸面の面積は、前記画素内の発光層の面積よりも小さいことを特徴とする請求項13～17いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項19】前記発光層から前記V字形溝により形成される凸面までの距離は、前記画素の1辺の長さよりも小さいことを特徴とする請求項13～18いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項20】前記光の角度変換パネルは、1つ以上の前記画素毎に分断されてなることを特徴とする請求項13～19いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項21】音声を音声信号に変換する音声信号変換手段と、電話番号等を入力する操作手段と、着信表示や電話番号等を表示する表示手段と、音声信号を送信信号に変換する通信手段と、受信信号を音声信号に変換する受信手段と、前記送信信号及び前記受信信号を送受信するアンテナと、各部を制御する制御手段を備えた携帯端末であって、前記表示手段が請求項13～20いずれか1記載の表示装置から構成された事の特徴とする携帯端

3

末。

【請求項22】2つの電極間に、発光領域を有する発光層を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、前記一方の電極側に基板を備え、前記他方の電極側に光の角度変換パネルを備えたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、種々の表示装置や表示装置の光源又はバックライト、若しくは光通信機器に使用される発光素子等に用いられる有機エレクトロルミネッセンス素子、それを用いた表示装置及び携帯端末に関するものである。

【0002】

【従来の技術】エレクトロルミネッセンス素子とは、固体蛍光性物質の電界発光を利用した発光デバイスであり、現在無機系材料を発光体として用いた無機エレクトロルミネッセンス素子が実用化され、液晶ディスプレイのバックライトやフラットディスプレイ等への応用展開が一部で図られている。しかし、無機エレクトロルミネッセンス素子は発光させるために必要な電圧が100V以上と高く、しかも青色発光が難しいため、RGBの三原色によるフルカラー化が困難である。また、無機エレクトロルミネッセンス素子は、発光体として用いる材料の屈折率が非常に大きいため、界面での全反射等の影響を強く受け、実際の発光に対する空気中への光の取り出し効率が10～20%程度と低く高効率化が困難である。

【0003】一方、有機材料を用いたエレクトロルミネッセンス素子に関する研究も古くから注目され、様々な検討が行われてきたが、発光効率が非常に悪いことから本格的な実用化研究へは進展しなかった。

【0004】しかし、1987年にコダック社のC. W. Tangらにより、有機材料を正孔輸送層と発光層の2層に分けた機能分離型の積層構造を有する有機エレクトロルミネッセンス素子が提案され、10V以下の低電圧にもかかわらず1000cd/m²以上の高い発光輝度が得られることが明らかとなった〔C. W. Tang and S. A. Vanslyke: Appl. Phys. Lett., 51 (1987) 913等参照〕。これ以降、有機エレクトロルミネッセンス素子が俄然注目され始め、現在も同様な機能分離型の積層構造を有する有機エレクトロルミネッセンス素子についての研究が盛んに行われており、特に有機エレクトロルミネッセンス素子の実用化のためには不可欠である高効率化・長寿命化についても十分検討がなされており、近年、有機エレクトロルミネッセンス素子を用いたディスプレイ等が実現されている。

【0005】ここで、従来の一般的な有機エレクトロルミネッセンス素子の構成について図11を用いて説明す

(3)

4

る。図11は従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の要部断面図である。図11において、1は基板、2は陽極、3は正孔輸送層、4は発光層、5は陰極である。

【0006】図11に示すように有機エレクトロルミネッセンス素子は、ガラス等で構成される基板1上に、スパッタリング法や抵抗加熱蒸着法等により形成されたITO等の透明な導電性膜からなる陽極2と、陽極2上に同じく抵抗加熱蒸着法等により形成されたN、N'-ジフェニル-N、N'-ビス(3-メチルフェニル)-1、1'-ジフェニル-4、4'-ジアミン(以下、TPDと略称する。)等からなる正孔輸送層3と、正孔輸送層3上に抵抗加熱蒸着法等により形成された8-Hydroxyquinoline Aluminum(以下、Alq3と略称する。)等からなる発光層4と、発光層4上に抵抗加熱蒸着法等により形成された100nm～300nm程度の膜厚の金属膜からなる陰極5とを備えている。

【0007】上記構成を有する有機エレクトロルミネッセンス素子の陽極2をプラス極として、また陰極5をマイナス極として直流電圧又は直流電流を印加すると、陽極2から正孔輸送層3を介して発光層4に正孔が注入され、陰極5から発光層4に電子が注入される。発光層4では正孔と電子の再結合が生じ、これに伴って生成される励起子が励起状態から基底状態へ移行する際に発光現象が起こる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このような有機エレクトロルミネッセンス素子において、通常、発光層4中の蛍光体から放射される光は、蛍光体を中心とした全方位に出射され、正孔輸送層3、陽極2、基板1を経由して空気中へ放射される。或いは、一旦、光取り出し方向(基板1方向)とは逆方向へ向かい、陰極5で反射され、発光層4、正孔輸送層3、陽極2、基板1を経由して、空気中へ放射される。

【0009】しかし、光が各媒質の境界面を通過する際、入射側の媒質の屈折率が出射側の屈折率より大きい場合には、屈折波の出射角が90°となる角度、つまり臨界角、よりも大きな角度で入射する光は、境界面を透過することができず、全反射され、光は空気中へ取り出されない。

【0010】ここで、異なる媒質の境界面における、光の屈折角と、媒質の屈折率の関係は、スネルの法則に従う。スネルの法則によると、屈折率n1の媒質から屈折率n2の媒質へ光が進行する場合、入射角θ1と屈折角θ2の間に、 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ なる関係が成り立つ。したがって、 $n_1 > n_2$ が成り立つ場合、 $\theta_2 = 90^\circ$ となる入射角 $\theta_1 = \sin^{-1}(n_2/n_1)$ は、臨界角としてよく知られており、入射角がこれよりも大きな場合、光は媒質間の境界面において全反射されることとなる。

(4)

5

【0011】したがって、等方的に光の放射される有機エレクトロルミネッセンス素子において、この臨界角よりも大きな角度で放射される光は、境界面における全反射を繰り返し、素子内部に閉じ込められ、空气中へ放射されなくなる。

【0012】図12は従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の要部断面における代表的な光線経路を示す模式図である。なお、図12において、図11で説明した部分と同じものには同一の符号を付している。

【0013】図12に示すように、発光層4中から放射された光は、陽極2と基板1との界面（ITO／ガラス界面）、および、基板1と空気との界面（ガラス／空気界面）などの各境界面において全反射される。

【0014】このことは、発光層中で放射される光が素子外部へ放射されず、有機エレクトロルミネッセンス素子として、見かけ上の効率低下の原因となる。一般に、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光層で得られる放射光は、大部分が全反射によって素子内部に閉じ込められ、有効な放射光として利用されるのは、17%から20%程度であることが知られている〔Advanced Material 6 (1994) 491等参照〕。

【0015】そこで、有機エレクトロルミネッセンス素子の基板に光の出射角度を変換する手段を設けることで、上述した問題点の解決を図る事が提案されている。

【0016】例えば、特許2773720号公報には、基板の光取り出し側にレンズ構造を形成することで光取り出し効率を向上させる発明がなされている。

【0017】また、特許2991183号公報には、素子界面の全反射を抑制する位置に回折格子等を形成することで光取り出し効率を向上させる発明がなされ、特開平9-129375号公報には、光取り出し側表面を乱反射面あるいは反射・屈折角に乱れを生じさせることで光取り出し効率を向上させる発明がなされている。

【0018】更に、特開平10-189251号公報には、透明基板内に光出射角度を変換する手段を形成することで、或いは、特開平10-308286号公報には、下部電極側面に光反射層を形成することで、光取り出し効率を向上させる発明がなされている。

【0019】しかしながら、上記いずれの施策においても、基板上あるいは基板自身に光取り出し効率を向上させる施策を講じているため、形成材料・方法といった面における制約が大きい。特に、ディスプレイなどの画像形成装置に、これらの光取り出し効率向上施策を用いる場合は、ひとつひとつの画素が小さいため、光取り出し効率向上施策に対する自由度は重要である。

【0020】本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、高効率な発光性能を維持する事ができる有機エレクトロルミネッセンス素子、それを用いた表示装置及び携帯端末を提供する事を目的とする。

【0021】

6

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、基板上に、少なくとも正孔を注入する陽極と、発光領域を有する発光層と、電子を注入する陰極を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、基板の素子形成面側に、光の角度変換パネルを備えてなる構成としたものである。

【0022】

【発明の実施の形態】請求項1に記載の発明は、基板上に、少なくとも正孔を注入する陽極と、発光領域を有する発光層と、電子を注入する陰極を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、基板の素子形成面側に、光の角度変換パネルを備えたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、視認性に優れた、高効率の発光性能を維持することができる。

【0023】請求項2に記載の発明は、請求項1において、光の角度変換パネルは、有機エレクトロルミネッセンス素子表面に形成された保護膜上に貼り付けてなることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、視認性に優れた、高効率の発光性能を維持することができる。

【0024】請求項3に記載の発明は、請求項1、2において、光の角度変換パネルは、その光取り出し面が散乱面からなることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、視認性に優れた、高効率の発光性能を維持することができる。

【0025】請求項4に記載の発明は、請求項1～3において、光の角度変換パネルは、面内方向の1方向に平行な、複数の溝を備えることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、視認性に優れた、高効率の発光性能を維持することができる。

【0026】請求項5に記載の発明は、請求項1～4において、光の角度変換パネルは、面内方向の互いに直交する2方向に平行な、複数の溝を備えることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、視認性に優れた、高効率の発光性能を維持することができる。

【0027】請求項6に記載の発明は、請求項1～5において、光の角度変換パネルに形成される溝は、その断面形状が略V字形の2つの直線からなる、直線的なV字形溝であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、視認性に優れた、高効率の発光性能を維持することができる。

【0028】請求項7に記載の発明は、請求項1～5において、光の角度変換パネルに形成される溝は、その断面形状が略V字形の内に凸な曲線からなる、曲線的なV

7

字形溝であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、視認性に優れた、高効率の発光性能を維持することができる。

【0029】請求項8に記載の発明は、請求項1～7において、光の角度変換パネルに形成される溝は、対称な形状であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、視認性に優れた、高効率の発光性能を維持することができる。

【0030】請求項9に記載の発明は、請求項1～7において、光の角度変換パネルに形成される溝は、非対称な形状であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、視認性に優れた、高効率の発光性能を維持することができる。

【0031】請求項10に記載の発明は、請求項1～9において、光の角度変換パネルに形成される溝は、少なくともその側面に、光反射面を形成してなることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、視認性に優れた、高効率の発光性能を維持することができる。

【0032】請求項11に記載の発明は、請求項1～9において、光の角度変換パネルに形成される溝は、少なくともその側面に、角度変換パネルよりも屈折率の小さな媒質からなる面を形成してなることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、視認性に優れた、高効率の発光性能を維持することができる。

【0033】請求項12に記載の発明は、請求項1～11において、光の角度変換パネルを形成する媒質の熱膨張係数は、基板の熱膨張係数の80パーセント以上、かつ、120パーセント以内であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、視認性に優れた、高効率の発光性能を維持することができる。

【0034】請求項13に記載の発明は、請求項1～12いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を用いて、陽極がストライプ状に個々電氣的に分離され、陰極がストライプ状に個々電氣的に分離されて構成されて、画像表示配列を有し、光の角度変換パネルに彫られる溝の方向と、いずれかのストライプ電極により形成される画素の方向とが同じである事の特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、高効率の発光性能を維持することができ、単純マトリックス方式での良好な表示を行うことができる。

【0035】請求項14に記載の発明は、請求項1～12いずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子

(5)

8

を用いて、陽極、あるいは、陰極のいずれかが、個々電氣的に画素毎に分離されて構成されて、分離された電極は、少なくとも1つ以上のスイッチング素子を介して走査されることで、画像表示配列を有す画像表示配列を有し、光の角度変換パネルに彫られる溝の方向と、画素の方向とが同じである事の特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、高効率の発光性能を維持することができ、アクティブマトリックス方式での良好な表示を行うことができる。

【0036】請求項15に記載の発明は、請求項13、14において、前記V字形溝の方向は、前記各画素が形成する列、あるいは、行の方向と等しいことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、高効率の発光性能を維持することができ、良好な表示を行うことができる。

【0037】請求項16に記載の発明は、請求項13～15において、V字形溝の各方向のピッチは、各画素に対応する発光部の各方向のピッチと略等しく、略V字形の溝の中心は、各画素の中心を結ぶ略中間点にあることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、高効率の発光性能を維持することができ、良好な表示を行うことができる。

【0038】請求項17に記載の発明は、請求項13～15において、V字形溝の各方向のピッチは、各画素に対応する発光部の各方向のピッチよりも小さいことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、高効率の発光性能を維持することができ、良好な表示を行うことができる。

【0039】請求項18に記載の発明は、請求項13～17において、V字形溝により形成される凸面の面積は、画素内の発光層の面積よりも小さいことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、高効率の発光性能を維持することができ、良好な表示を行うことができる。

【0040】請求項19に記載の発明は、請求項13～18において、発光層からV字形溝により形成される凸面までの距離は、画素の1辺の長さよりも小さいことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、高効率の発光性能を維持することができ、良好な表示を行うことができる。

【0041】請求項20に記載の発明は、請求項13～19において、光の角度変換パネルは、1つ以上の画素毎に分断できることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置であって、素子内部での光損失を減少

9

させることができるため、高効率の発光性能を維持することができ、良好な表示を行うことができる。

【0042】請求項21に記載の発明は、音声を音声信号に変換する音声信号変換手段と、電話番号等を入力する操作手段と、着信表示や電話番号等を表示する表示手段と、音声信号を送信信号に変換する通信手段と、受信信号を音声信号に変換する受信手段と、送信信号及び受信信号を送受信するアンテナと、各部を制御する制御手段を備えた携帯端末であって、表示手段が請求項13～20いずれか1記載の表示装置から構成された事の特徴とする携帯端末であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、高効率の発光性能を維持することができ、電池容量等の減量化による、軽量化あるいは長使用時間化を図ることができる。

【0043】請求項22に記載の発明は、2つの電極間に、発光領域を有する発光層を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、一方の電極側に基板を備え、他方の電極側に光の角度変換パネルを備えたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子であって、素子内部での光損失を減少させることができるため、視認性に優れた、高効率の発光性能を維持することができる。

【0044】以下、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子について、詳細に説明する。

【0045】まず、光の角度変換パネルの機能について説明する。

【0046】上述したように、異なる媒質の境界面における、光の屈折角と、媒質の屈折率の関係はスネルの法則に従い、等方的に光の放射される有機エレクトロルミネッセンス素子において、臨界角よりも大きな角度で放射される光は、境界面における全反射を繰り返し、素子内部に閉じ込められ、空気中へ放射されなくなる。

【0047】したがって、界面における光の角度を変換する手段を用いて光の角度を変化させることで、光取り出し面／空気界面に到達する光の角度を変え、空気中へ放射される光の角度・量を変化させることは、有機エレクトロルミネッセンス素子の効率向上には重要である。

【0048】なお、光の角度変換手段として、基板上におけるレンズ構造・凹凸構造・プリズム構造等の構造が提案されているが、基板面にこれらの構造を形成する場合、基板としての支持能力を維持し、適当に設計された構造体を形成する必要がある、構造体に用いる材料・形成方法に対する制約が生じたり、また、基板上部に構造体があり、その構造体にダメージを与えずに発光層を形成する必要性から発光層等の形成方法に対する制約等が生じるため、実現が困難である。特に、この構造体に有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた表示装置を形成することは困難であり、例えば単純マトリックス表示装置の場合、構造体の形成された基板上に、基板に対向する電極を短冊状に形成することは非常に困難である。

(6)

10

【0049】これに対し、本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子では、基板を含め、基板上に形成された陽極、発光層、陰極等の素子で構成された有機エレクトロルミネッセンス発光部と、光の角度変換パネルとを別々に作成し、両者を接合することで、有機エレクトロルミネッセンス素子部と光の角度変換パネルの各々に対する様々な制約を受けることなく、光の角度変換を実現できる。

【0050】このような光の角度変換パネルは、レンズ構造・凹凸構造、プリズム構造等の構造をパネル面内に配置した構成、或いは、パネル内部に屈折率分布を持たせ、光の角度を変換させる構成等が考えられる。

【0051】これらの中でも、製造工程が容易であり、光の取り出し効率向上に効果がある構成として、平板なパネルを基材とし、その面内方向の1方向に平行な複数の溝を有する光の角度変換パネルは有効である。このような構成の光の角度変換パネルを用いることで、高効率な光取り出しを実現できる。ここで、図1は本発明の実施の形態における光の角度変換パネルの一例を示す図であり、図1(a)は上面斜視図、図1(b)は下面斜視図をそれぞれ示している。図1において、6は光の角度変換パネル、7は溝を示す。図1に示すように、光の角度変換パネル6は平板なパネルを基材とし、その面内方向の1方向に平行な複数の溝7を有するものである。

【0052】また、1方向に平行な複数の溝を有するパネルの場合、1方向についてのみ光の角度変換を行うため、有効な光の角度変換を行うことは困難である。したがって、平板なパネルを基材とし、その面内の互いに直交する2方向に平行な複数の溝を有する光の角度変換パネルを用いることで、製造工程が容易で、かつ、非常に効率の良い光取り出しを実現できる。ここで、図2は本発明の実施の形態における光の角度変換パネルの一例を示す図であり、図2(a)は上面斜視図、図2(b)は下面斜視図をそれぞれ示している。図2に示すように、光の角度変換パネル6は平板なパネルを基材とし、その面内の互いに直交する2方向に平行な複数の溝7を有するものである。

【0053】また、光の角度変換パネルに形成される溝は、少なくともパネル面に平行でない面を含んでいる形状であればいずれの形状であっても良いが、製造工程の容易さ、および、光取り出しに対する設計の容易さなどの観点から、光の角度変換パネルに形成される溝は、その断面形状が略V字形の2つの直線からなる、直線的なV字形溝であることが好ましい。ここで、図3は本発明の実施の形態における光の角度変換パネルに形成される溝の断面形状を示す図である。図3に示すように溝7は、略V字形であり、直線的なV字形となっている。

【0054】光取り出し効率を更に向上させるためには、光の角度変換パネルに形成される溝は、側面に到達する光の角度に応じて効率よく光を取り出せるよう、あ

(7)

11

るいは、正面方向の光の強度が強くなるように光の配向を自由に設計することができる断面形状が好ましく、略V字形の内に凸な2つの曲線からなる、曲線的なV字形溝であることが好ましい。ここで、図4は本発明の実施の形態における光の角度変換パネルに形成される溝の断面形状を示す図であり、8は溝を示す。図4に示すように溝8は、略V字形であり、曲線的な内に凸なV字形となっている。

【0055】なお、本発明における略V字形とは、パネル面に対して非平行な関係にある2面と、パネル面とからなる溝の断面形状であり、略三角形の形状をしており、頂点部分が平面あるいは曲面等の面形状となった略三角形形状であってもよい。また、直線的なV字形溝とは、パネル面に対して非平行な関係にある2面が、平面からなることを特徴とする断面形状が上記略V字形である溝のことであり、内に凸な曲線からなる曲線的なV字形溝とは、パネル面に対して非平行な関係にある2面が、その断面形状が略三角形の内側の凸となるような曲面からなることを特徴とする断面形状が上記略V字形である溝のことであり、

【0056】このような光の角度変換パネルを設けることで、発光層から放射される光の中でも特に全反射により素子内部に閉じこめられるような発光面に対して傾いた光は、パネルのV字形溝のパネル／空気界面での全反射により角度を変えられ、空气中へ取り出されることになり、光の取り出し効率および正面方向の光の強度が強くなる。つまり、光の角度変換パネルに到達される前に全反射される光については光の角度変換が行われないため、光は発光層から光の角度変換パネルに到達するまでの間に空気層を経由しないことが好ましく、更に好ましくは、到達するまでの間に屈折率の低い層を経由しないことが好ましい。

【0057】このような光の角度変換パネルを形成する場合、有機エレクトロルミネッセンス素子の効率に直接影響のある光の取り出し効率について着目することは言うまでもないが、素子効率と同時に素子寿命や表示素子として用いた場合のコントラストについて着目する必要があるため、有機エレクトロルミネッセンス発光部と光の角度変換手段との接触面積、あるいは、有機エレクトロルミネッセンス発光部と光角度変換手段との距離、といった点についても留意する必要がある。

【0058】有機エレクトロルミネッセンス素子を用いたディスプレイ等の画像表示装置に光の角度変換パネルを接合する場合、画素から放射される光を有効に利用することが重要であり、画素の方向とV字形溝の方向を一致させると、画素内の発光部面積を減少させることなくV字形溝を配置することができ、効率の良い光の角度変換効果をおこなうことができる。

【0059】ここで、図5は、本発明の実施の形態における有機エレクトロルミネッセンス素子の要部断面図で

12

ある。図5において、基板1、陽極2、正孔輸送層3、発光層4、陰極5は従来の技術で説明したものと同様のものであるため、同一の符号を付して説明を省略する。なお、6は光の角度変換パネル、7は溝である。

【0060】図5に示すように、V字形溝7の各方向のピッチを各画素に対応する発光部の各方向のピッチと等しくし、かつ、略V字形溝7の中心を各画素の中心を結ぶ略中間点にあるようにすることで、発光部とV字形溝7の位置関係を同じにすることができ、どの画素においても同様な取り出し効率向上効果が得られ、良好な画像を得ることができる。

【0061】更に、図6は、本発明の実施の形態における有機エレクトロルミネッセンス素子の要部断面図である。

【0062】図6に示すように、V字形溝7の各方向のピッチを各画素に対応する発光部の各方向のピッチよりも小さくすることで、発光部内に複数のV字形溝7を形成することができ、厳密な位置合せをする必要がなく発光部とV字形溝7の位置関係を同じにすることができ、どの画素においても同様な取り出し効率向上効果が得られ、良好な画像を得ることができる。

【0063】更に、図7は、本発明の実施の形態における有機エレクトロルミネッセンス素子の要部断面図である。

【0064】図7に示すように、V字形溝7の各方向のピッチを各画素に対応する発光部の各方向のピッチよりも大きくすることで、V字形溝7の大きさを大きくすることができ、パネルを容易に形成できるとともに、位置合せプロセスも容易になる。

【0065】また、ディスプレイなどの画像形成装置として基板上に光の角度変換パネルを形成した有機エレクトロルミネッセンス素子を用いる場合、任意の画素から放射された光が、光の角度変換パネルに到達するまでに別の画素内に配置された光の角度変換パネルへ到達し、その画素から空气中へ放射される、いわゆる迷光の原因となり、コントラストの低下や光にじみ・ぼけ等の不具合をもたらすことがある。

【0066】そこで、発光層から光の角度変換パネルまでの厚さは十分に薄いことが好ましく、発光層からV字形溝により形成される凸面までの距離は、画素の1辺の長さよりも小さいことが好ましく、これにより迷光の影響を小さくすることができる。

【0067】更に、有機エレクトロルミネッセンス素子を長寿命化するためには、画素の大きさに対する発光部の面積を大きくすることが有効である。しかし、V字形溝による光の角度変換を行う場合、V字形溝により形成される凸面の面積は画素に対して小さくなるため、この凸面の面積と画素内の発光層の面積を同じとすることは素子の長寿命化に対しては不利である。したがって、V字形溝により形成される凸面の面積を画素内の発光層の

(8)

13

面積よりも小さくすることで、高効率かつ長寿命な有機エレクトロルミネッセンス素子を実現することができる。

【0068】また、有機エレクトロルミネッセンス素子をディスプレイ等表示装置やプリンタ光源等の照明装置として用いる場合、上記した光の配向についての設計が重要となる。例えば、携帯端末やキャッシュディスプレイのディスプレイとして用いる場合、その表示状態は、使用者本人だけが認識できれば良く、周囲からの視認性は低いほうが好ましい。また、プリンタ光源として用いる場合、開口部に対応する感光体の部分にのみ強い光を照射できることが求められるため、開口部から正面方向への輝度があればよく、周辺方向への光の放射が少ないことが好ましい。このような場合、開口部から放射される光は、略正面方向に強く周辺方向に弱く放射されることが好ましく、指向性の高い光取り出しがなされることが好ましい。

【0069】また、例えば、テレビや広告用途ディスプレイ等の複数の人を対象としたディスプレイとして用いる場合、その表示状態は、正面方向の視認性と同様に、周囲からの視認性が高いことが好ましい。また、室内照明等の光源として用いる場合、光が照明対象に様に照射されることが好ましい。以上のような場合、開口部から放射される光は、全方向に様に放射されることが好ましく、指向性のない様な光取り出しがなされることが好ましい。

【0070】本発明における光の角度変換パネル等を用いた場合、V字形溝の断面形状を対称な形状とすることで光の配向を正面方向に強い指向性をもたせたり、全ての画素に対して同等の光の配向を設計することができる。また、V字形溝の断面形状を非対称な形状とすることで光の配向方向を変化させることができ、周辺部や中心部など画素の配置に応じた配向を設計することができる。あるいは、V字形溝の断面形状を非対称かつランダムに配置することで光を等方的に放射させることも可能である。更に、光の角度変換パネルの光取り出し面を散乱面とすることで、取り出される光を散乱させ、光の配向を一樣とすることができ、光を等方的に放射させることも可能である。

【0071】以上のような構成の光の角度変換パネルとすることで、光の配向等の視覚特性を設計でき、かつ、発光面積を増大させることによる長寿命化のできる、高効率な発光性能を維持できる有機エレクトロルミネッセンス素子を実現できる。

【0072】更に、光の角度変換パネルを接合する場合、透明電極上に直接パネルを接合すると、例えば、接合する接着材中に含まれる水分や反応性ガスの影響により有機エレクトロルミネッセンス素子の寿命や効率に影響を及ぼしたり、接合時や接合後にパネルに力が加わることで、透明電極が発光層から剥離したり、電極間が短

14

絡したりすることにより、素子が発光しなくなる等の不具合が生じることがある。

【0073】そこで、透明電極上にダメージを緩和するための保護膜を形成し、その上面に光の角度変換パネルを貼り付けることで、上記した不具合を生じさせることなく、効率の良い発光を実現することができる。

【0074】また、光の角度変換パネルを、光学結合のできる接着剤や光学結合液等の液状媒質などの結合材を用いて接合する場合、V字形溝の内部に結合材が入り込むことがある。特に、V字形溝のピッチが小さくなるにつれて、結合材の塗り難くなり、あるいは、毛細管現象が発現しやすくなるなどの理由により、結合材が入り込む割合は大きくなる。

【0075】なお、光学結合材は、前記したように光の角度変換パネルに入射する前に光が全反射されることを防ぐために、光の角度変換パネルや発光層の屈折率と同じくらいの屈折率の材料が用いられる。このような屈折率の材料がV字形溝内部に入り込むと、V字形溝における光の角度変換効果が小さくなる。このような影響を低減するためには、V字形溝の側面における光の経路を保存することが効果的であり、V字形溝の側面に光反射面を形成する、あるいは、V字形溝の側面に角度変換パネルよりも屈折率の小さな媒質からなる面を形成することで、効率の良い発光を実現することができる。

【0076】光の角度変換パネルと基板の材料が異なる場合、各部材の熱膨張が問題になることもある。つまり、有機エレクトロルミネッセンス素子の実用温度範囲において、熱膨張により、光の角度変換パネルと基板の大きさが変わることで、光の角度変換パネルの貼り付け部が剥離する等の弊害が生じる。したがって、これら熱膨張による弊害を抑制するためには、光の角度変換パネルの熱膨張係数と、基板の熱膨張係数の値をできるだけ近くすることが重要であり、光の角度変換パネルを形成する媒質の熱膨張係数は、基板の熱膨張係数の80%以上、かつ、120%以内であることが好ましい。更に、光の角度変換パネルを一体のパネルとして形成するのではなく、1つ以上の画素毎に分断できることが好ましい。

【0077】以上のような構成の光の角度変換パネルとすることで、容易に接合することができ、かつ、高効率な発光性能を維持できる有機エレクトロルミネッセンス素子を実現できる。

【0078】次に、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子を構成する各構成部について説明する。

【0079】まず、基板について説明する。本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の基板は、光の取り出し面として用いないため、透明あるいは不透明、いずれの基板も用いることができ、有機エレクトロルミネッセンス素子を保持できる強度があればよい。なお、本発明において、透明または半透明なる定義は、有機エレクト

15

ロルミネッセンス素子による発光の視認を妨げない程度の透明性を示すものである。

【0080】基板は、例えば、透明または半透明のソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英ガラス等の、無機酸化物ガラス、無機フッ化物ガラス、等の無機ガラス、或いは、透明または半透明のポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、ポリエーテルスルホン、ポリフッ化ビニル、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリアクリレート、非晶質ポリオレフィン、フッ素系樹脂等の高分子フィルム等、或いは、透明または半透明の As_2S_3 、 $As_{40}S_{10}$ 、 $S_{40}Ge_{10}$ 等のカルコゲノイドガラス、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 SiO_2 、 Si_3N_4 、 HfO_2 、 TiO_2 等の金属酸化物および窒化物等の材料、或いは、不透明のシリコン、ゲルマニウム、炭化シリコン、ガリウム砒素、窒化ガリウム等の半導体材料、或いは、顔料等を含んだ前記透明基板材料、表面に絶縁処理を施した金属材料、等から適宜選択して用いることができ、複数の基板材料を積層した積層基板を用いることもできる。

【0081】また、この基板表面、あるいは、基板内部には、有機エレクトロルミネッセンス素子を駆動するための抵抗・コンデンサ・インダクタ・ダイオード・トランジスタ等からなる回路を形成していても良い。

【0082】次に、光の角度変換パネルについて説明する。光の角度変換パネルは、前記基板材料のうち透明あるいは半透明基板の材料から適宜選択して用いることができ、発光層から放射される光を効率良く取り出すことのできる材料からなることが好ましく、パネル表面にV字形溝等の構造を形成が容易であるものが好ましい。また、V字形溝の形成方法としては、前記基板材料に、例えばバイトや研削砥石の加工ツールを用いて直接V字形溝を形成する方法と、例えば前記加工ツールによって金型にV字形溝を形成し、それを冷間および熱間加工により2次金型に転写し、前記2次金型により前記光の角度変換パネルを形成するといったような、成形により形成する方法を用いることができる。

【0083】光の角度変換パネルを貼り付ける部材としては、透明あるいは半透明で、パネルを貼り付ける前の光取り出し層とパネルとの間の光学結合することができ、かつ、光り取り出し層との間で光の全反射が生じないことが好ましい。貼り付け部材の材料としては、透明レジスト、透明光学接着剤、等の硬化型の光学結合材料、あるいは、エチレングリコール等の光学結合液といった非硬化型の光学結合材料の中から適宜選択して用いることができる。光の角度変換パネルの効果を有効に利用するためには、パネルあるいは発光層よりも屈折率が高い材料を選択することが好ましい。

【0084】陽極は、正孔を注入する電極であり、正孔

16

を効率良く発光層或いは正孔輸送層に注入することが必要である。陽極としては、透明電極を用いることができる。透明電極の材料としては、インジウムスズ酸化物(ITO)、酸化スズ(SnO_2)、酸化亜鉛(ZnO)等の金属酸化物、あるいは、 $SnO:Sb$ (アンチモン)、 $ZnO:Al$ (アルミニウム)といった混合物からなる透明導電膜や、あるいは、透明度を損なわない程度の厚さの Al (アルミニウム)、 Cu (銅)、 Ti (チタン)、 Ag (銀)といった金属薄膜や、これら金属の混合薄膜、積層薄膜といった金属薄膜や、あるいは、ポリピロール等の導電性高分子等を用いる事ができる。また、複数の前述透明電極材料を積層することで透明電極とすることも可能であり、抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタ法または電界重合法等の各種の重合法等により形成する。また、透明電極は、十分な導電性を持たせるため、または、基板表面の凹凸による不均一発光を防ぐために、1nm以上の厚さにすることが望ましい。また、十分な透明性を持たせるために500nm以下の厚さにすることが望ましい。

【0085】更に、陽極としては、これら透明電極以外にも、 Cr (クロム)、 Ni (ニッケル)、 Cu (銅)、 Sn (錫)、 W (タングステン)、 Au (金)等の仕事関数の大きな金属、あるいはその合金、酸化物等を用いることができ、これら陽極材料を用いた複数の材料による積層構造も用いることができる。ただし、陽極として透明電極を用いない場合、光の角度変換手段の効果を最大限に利用するためには、陽極は光を反射する材料で形成することが好ましい。なお、陽極として透明電極を用いない場合には、陰極が透明電極であればよい。

【0086】また、陽極に非晶質炭素膜を設けても良い。この場合には、共に正孔注入電極としての機能を有する。即ち、陽極から非晶質炭素膜を介して発光層或いは正孔輸送層に正孔が注入される。また、非晶質炭素膜は、陽極と発光層或いは正孔輸送層との間にスパッタ法により形成されてなる。スパッタリングによるカーボンターゲットとしては、等方性グラファイト、異方性グラファイト、ガラス状カーボン等があり、特に限定するものではないが、純度の高い等方性グラファイトが適している。非晶質炭素膜が優れている点を具体的に示すと、理研計器製の表面分析装置AC-1を使って、非晶質炭素膜の仕事関数を測定すると、非晶質炭素膜の仕事関数は、 $W_C=5.40\text{ eV}$ である。ここで、一般に陽極としてよく用いられているITOの仕事関数は、 $W_{ITO}=5.05\text{ eV}$ であるので、非晶質炭素膜を用いた方が発光層或いは正孔輸送層に効率よく正孔を注入できる。また、非晶質炭素膜をスパッタリング法にて形成する際、非晶質炭素膜の電気抵抗値を制御するために、窒素あるいは水素とアルゴンの混合ガス雰囲気下で反応性スパッタリングする。さらに、スパッタリング法などによる薄

(10)

17

膜形成技術では、膜厚を5 nm以下にすると膜が島状構造となり均質な膜が得られない。そのため、非晶質炭素膜の膜厚が5 nm以下では、効率の良い発光が得られず、非晶質炭素膜の効果が期待できない。また、非晶質炭素膜の膜厚を200 nm以上とすると、膜の色が黒味を帯び、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光が十分に透過しなくなる。

【0087】また、発光層材料は、可視領域で蛍光特性を有し、かつ成膜性の良い蛍光体からなるものが好ましく、Alq₃やBe-ベンゾキノリノール(BeBq₂)の他に、2, 5-ビス(5, 7-ジ-*t*-ペンチル-2-ベンゾオキサゾリル)-1, 3, 4-チアゾール、4, 4'-ビス(5, 7-ペンチル-2-ベンゾオキサゾリル)スチルベン、4, 4'-ビス[5, 7-ジ-(2-メチル-2-ブチル)-2-ベンゾオキサゾリル]スチルベン、2, 5-ビス(5, 7-ジ-*t*-ペンチル-2-ベンゾオキサゾリル)チオフェン、2, 5-ビス([5- α , α -ジメチルベンジル]-2-ベンゾオキサゾリル)チオフェン、2, 5-ビス[5, 7-ジ-(2-メチル-2-ブチル)-2-ベンゾオキサゾリル]-3, 4-ジフェニルチオフェン、2, 5-ビス(5-メチル-2-ベンゾオキサゾリル)チオフェン、4, 4'-ビス(2-ベンゾオキサゾリル)ビフェニル、5-メチル-2-[2-(4-(5-メチル-2-ベンゾオキサゾリル)フェニル)ビニル]ベンゾオキサゾリル、2-[2-(4-クロロフェニル)ビニル]ナフト[1, 2-d]オキサゾール等のベンゾオキサゾール系、2, 2'- π -フェニレンジビニレン)-ビスベンゾチアゾール等のベンゾチアゾール系、2-[2-(4-(2-ベンゾイミダゾリル)フェニル)ビニル]ベンゾイミダゾール、2-[2-(4-カルボキシフェニル)ビニル]ベンゾイミダゾール等のベンゾイミダゾール系等の蛍光増白剤や、ビス(8-キノリノール)マグネシウム、ビス(ベンゾ-8-キノリノール)亜鉛、ビス(2-メチル-8-キノリノール)アルミニウムオキシド、トリス(8-キノリノール)インジウム、トリス(5-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、8-キノリノールリチウム、トリス(5-クロロ-8-キノリノール)ガリウム、ビス(5-クロロ-8-キノリノール)カルシウム、ポリ[亜鉛-ビス(8-ヒドロキシ-5-キノリノール)メタン]等の8-ヒドロキシキノリン系金属錯体やジリチウムエピンドリジオン等の金属キレート化オキシノイド化合物や、1, 4-ビス(2-エチルスチリル)ベンゼン、1, 4-ビス(3-メチルスチリル)ベンゼン、1, 4-ビス(4-メチルスチリル)ベンゼン、ジスチリルベンゼン、1, 4-ビス(2-エチルスチリル)ベンゼン、1, 4-ビス(3-エチルスチリル)ベンゼン、1, 4-ビス(2-メチルスチリル)2-メチルベンゼン等のスチリルベンゼン系化合物や、2, 5-ビス(4-メチルスチリル)ピラ

18

ジン、2, 5-ビス(4-エチルスチリル)ピラジン、2, 5-ビス[2-(1-ナフチル)ビニル]ピラジン、2, 5-ビス(4-メトキシスチリル)ピラジン、2, 5-ビス[2-(4-ビフェニル)ビニル]ピラジン、2, 5-ビス[2-(1-ピレニル)ビニル]ピラジン等のジスチルピラジン誘導体や、ナフタルイミド誘導体や、ペリレン誘導体や、オキサジアゾール誘導体や、アルダジン誘導体や、シクロペンタジエン誘導体や、スチリルアミン誘導体や、クマリン系誘導体や、芳香族ジメチリディン誘導体等が用いられる。さらに、アントラセン、サリチル酸塩、ピレン、コロネン等も用いられる。あるいは、ファクトリス(2-フェニルピリジン)イリジウム等の燐光発光材料を用いても良い。

【0088】また、発光層のみの単層構造の他に、正孔輸送層と発光層又は発光層と電子輸送層の2層構造や、正孔輸送層と発光層と電子輸送層の3層構造のいずれの構造でもよい。但し、このような2層構造又は3層構造の場合には、正孔輸送層と陽極が、又は電子輸送層と陰極が接するように積層して形成される。

【0089】そして、正孔輸送層としては、正孔移動度が高く、透明で成膜性の良いものが好ましい。TPDの他に、ポルフィン、テトラフェニルポルフィン銅、フタロシアニン、銅フタロシアニン、チタニウムフタロシアニンオキサライド等のポリフィリン化合物や、1, 1-ビス[4-(ジ-*P*-トリルアミノ)フェニル]シクロヘキサン、4, 4', 4''-トリメチルトリフェニルアミン、N, N, N', N'-テトラキス(*P*-トリル)-*P*-フェニレンジアミン、1-(N, N-ジ-*P*-トリルアミノ)ナフタレン、4, 4'-ビス(ジメチルアミノ)-2-2'-ジメチルトリフェニルメタン、N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノビフェニル、N, N'-ジフェニル-N, N'-ジ-*m*-トリル-4, N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-1, 1'-4, 4'-ジアミン、4'-ジアミノビフェニル、N-フェニルカルバゾール等の芳香族第三級アミンや、4-ジ-*P*-トリルアミノスチルベン、4-(ジ-*P*-トリルアミノ)-4'-[4-(ジ-*P*-トリルアミノ)スチリル]スチルベン等のスチルベン化合物や、トリアゾール誘導体や、オキサジアゾール誘導体や、イミダゾール誘導体や、ボリアリールアルカン誘導体や、ピラゾリン誘導体や、ピラゾロン誘導体や、フェニレンジアミン誘導体や、アニールアミン誘導体や、アミノ置換カルコン誘導体や、オキサゾール誘導体や、スチリルアントラセン誘導体や、フルオレノン誘導体や、ヒドラゾン誘導体や、シラザン誘導体や、ポリシラン系アニリン系共重合体や、高分子オリゴマーや、スチリルアミン化合物や、芳香族ジメチリディン系化合物や、ポリ3-メチルチオフェン等の有機材料が用いられる。また、ポリカーボネート等の高分子中に低分子の正孔輸送層用の有機材料を分散させた、高分子分散

(11)

19

系の正孔輸送層も用いられる。

【0090】また、電子輸送層としては、1、3-ビス(4-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾリル)フェニレン(OXD-7)等のオキサジアゾール誘導体、アントラキノジメタン誘導体、ジフェニルキノン誘導体等が用いられる。

【0091】陰極は、電子を注入する電極であり、電子を効率良く発光層或いは電子輸送層に注入することが必要であり、仕事関数の小さいAl(アルミニウム)、In(インジウム)、Mg(マグネシウム)、Ti(チタン)、Ag(銀)、Ca(カルシウム)、Sr(ストロンチウム)等の金属、あるいは、これらの金属の酸化物やフッ化物およびその合金、積層体等が一般に用いられる。そして、光の角度変換の効果を最大限に利用するためには、陰極は光を反射する材料で形成することが好ましい。

【0092】光の角度変換パネルを貼り付けた場合、すべての光に対して有効な角度変換を行うことは困難であり、そのため、一度の光の角度変換で取出されなかった光は、空気との界面で全反射され、再び素子内部へと伝播し陰極へと到達する。或いは、発光層において、光は等方的に放射されるため、発光層で放射される光のうち半分は、光取り出し面に到達する前に陰極へと到達する。このとき、陰極が光を反射する材料で形成されていた場合、この陰極へ到達した光は反射され、再び、光取り出し面方向へと伝播することが可能となり、有効な光として利用される可能性がある。この効果を有効にするためには、陰極は光を反射する材料で形成することが好ましく、更に、光の反射率が50%以上であることが好ましい。これは、光の角度変換による効率向上率が2倍程度であることから、光の反射率が50%以上、つまり陰極における光のロスが50%以下であれば有効な光取り出しが可能である。従来の有機エレクトロルミネッセンス素子では、陰極の反射率は極めて高いことが要求されたが、光取り出し効率が向上することによって、陰極の材料、膜厚、形成方法等の選択性を拡大することも可能である。なお、以上のことは、陰極を透明電極として用いた場合には、陽極に適用されるのは言うまでもない。

【0093】あるいは、有機エレクトロルミネッセンス素子の光取り出し面から入射する太陽光や蛍光灯といった外光によるコントラストの低下を抑制するためには、陽極あるいは陰極のいずれかの電極を、光を吸収する電極とすることは有効である。

【0094】また、陰極としては、発光層或いは電子輸送層と接する界面に、仕事関数の小さい金属を用いた光透過性の高い超薄膜を形成し、その上部に透明電極を積層することで、透明陰極を形成することも可能である。特に仕事関数の小さなMg、Mg-Ag合金、特開平5-121172号公報記載のAl-Li合金やSr-Mg合金あるいはAl-Sr合金、Al-Ba合金等ある

20

いはLiO₂/AlやLiF/Al等の積層構造は陰極材料として好適である。

【0095】更に、これら陰極の成膜方法としては抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタ法が用いられる。

【0096】なお、陽極及び陰極は少なくとも一方が透明電極であればよい。更に、共に透明電極であってもよいが、光の取り出し効率を向上させるためには、一方が透明電極であれば、他方が光を反射する材料で形成することが好ましい。

【0097】また、有機エレクトロルミネッセンス素子を外気から遮断し、長時間安定性を保証するために素子表面に保護膜を形成することもある。保護膜の材料としては、SiON、SiO、SiN、SiO₂、Al₂O₃、LiF等の無機酸化物、無機窒化物、無機フッ化物からなる薄膜、あるいは、無機酸化物、無機窒化物、無機フッ化物等、あるいは、それらの混合物等からなるガラス膜、あるいは、熱硬化性、光硬化性の樹脂や封止効果のあるシラン系の高分子材料等が挙げられ蒸着やスパッタリング等もしくは塗布法により形成される。

【0098】また、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、画像を表示する表示装置として用いることができ、これら表示装置は、携帯電話、PHS、PDA等の携帯情報端末のディスプレイ、テレビジョン、パーソナルコンピュータ、カーナビゲーション等のディスプレイ、ステレオ、ラジオ等のAV機器のディスプレイ等に用いることができる。

【0099】更に、レーザプリンタ、スキャナ等の光源としての照明装置に用いることができる。或いは、室内灯、ライトスタンド等の照明器具のような単なる光源としての照明装置として用いることもできる。

【0100】これらの中でも、有機エレクトロルミネッセンス素子の低消費電力、軽量薄型化が容易、応答速度が速い等の優位性を考慮すれば、様々な電子機器において画像を表示するディスプレイとしての表示装置や、レーザプリンタ、スキャナ等の光源としての照明装置に用いることが好ましい。

【0101】以下に本発明の実施の形態について説明する。

【0102】(実施の形態1) 本発明の実施の形態における有機エレクトロルミネッセンス素子について述べる。なお、ここでは図5を用いて説明する。

【0103】本実施の形態における有機エレクトロルミネッセンス素子は、基板1の素子側表面に光の取り出し効率向上手段としてV字形溝7の形成された光の角度変換パネル6を備えている。そして、その光の角度変換パネル6が、発光層4から放射される光の角度を、光取り出し面と空気との境界面において全反射を引き起こす臨界角よりも小さい角度に変換するようになっていることが好ましい。光の角度変換パネルの構成材料、形成方法は上述した構成材料、形成方法や従来公知の材料の中か

(12)

21

ら、発光層4からの発光の取出しを妨げないように適宜選択して用いることができる。

【0104】なお、基板1、陽極2、正孔輸送層3、発光層4、陰極5の構成材料、形成方法も上述した構成材料、形成方法や従来公知のものを用いることができる。

【0105】更に、本実施の形態においては、正孔輸送層3と発光層4からなる二層構造の場合について説明したが、その構造については前述のように特にこれに限定されるものではない。

【0106】また、本実施の形態においては、基板1上面に陽極2を形成する構造の場合について説明したが、その構造については前述のように特にこれに限定されるものではなく、基板1上面に陰極5を形成することも可能である。

【0107】また、封止の形態については、光取り出し面とガラスキャップとが密着しないようにして、ガラスキャップをUV硬化樹脂等で基板に接着することで実現でき、あるいは、有機エレクトロルミネッセンス素子の表面に保護膜を形成して封止する等の適宜手段を採用することができる。他に保護膜とシールド材等との組み合わせであっても何等問題ない。また、保護膜を形成し、その上面に光の角度変換パネルを貼り付ける構成であっても良い。

【0108】以上のように、本実施の形態によれば、従来構成では無駄になっていた光を取り出すことができるため、光取り出し効率が向上し、高効率な発光性能を維持する事ができる。

【0109】そして、本実施の形態における有機エレクトロルミネッセンス素子は、照明装置や表示装置として用いることができるのは言うまでもない。

【0110】（実施の形態2）次に、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた表示装置について説明する。

【0111】図8は、本発明の実施の形態における有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた表示装置の概略斜視図である。

【0112】図8において、基板1、陽極2、正孔輸送層3、発光層4、陰極5、は実施の形態1と同一の符号を付してここでは説明を省略する。

【0113】本実施の形態においては、図8に示すように、陽極2は線状にパターンニングされており、これに略直交する形で陰極5も同様に線状にパターンニングされている。

【0114】そして、この表示装置の陽極2をプラス側、陰極5をマイナス側とし、図示しない駆動手段としての駆動回路（ドライバ）に接続し、選択した陽極2、陰極5に直流電圧または直流電流を印加すれば、直交する部分の発光層4が発光し、単純マトリックス方式の表示装置として使用することができる。

【0115】本実施の形態においては、基板1の素子形

22

成面に光の角度変換パネル6としてV字形溝の形成されたパネルを備えている。そして、その光の角度変換パネルが、発光層から放射される光の角度を、基板と空気との境界面において全反射を引き起こす臨界角よりも小さい角度に変換するようになっていることが好ましい。

【0116】なお、陽極2、正孔輸送層3、発光層4、陰極5の構成材料、形成方法も上述した構成材料、形成方法や従来公知のものを用いることができる。

【0117】以上のように、本実施の形態の表示装置においても、従来構成では無駄になっていた光を取り出すことができるため、光取り出し効率が向上し、高効率な発光性能を維持する事ができる。また、本実施の形態の表示装置においては、光の配向が正面方向に強くなるため、光取り出し面における光透過性基板中における光伝播を抑制することができ、高効率な発光性能を維持する事ができるとともに、光にじみ等のない、視認性のよい表示装置を実現することが可能である。

【0118】また、本実施の形態においては、単純マトリックス方式の表示装置について説明したが、アクティブマトリックス方式の表示装置でもよく、基板の素子形成面のうち、例えば駆動に用いるTFT等の非発光部にV字形溝を配置することで発光部の面積を有効に利用することができ、前記単純マトリックス方式の場合と同様の高効率な発光性能を維持することができる。

【0119】なお、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、画像を表示する表示装置としてだけでなく、レーザプリンタ、スキャナ等の光源等の照明装置としても用いることができる。更に、陽極2及び陰極5を線状にパターンニングさせずに、全面発光させて、単なる照明装置として用いてもよい。

【0120】（実施の形態3）次に、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた携帯端末について説明する。図9は本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた表示装置を備えた携帯端末を示す斜視図であり、図10は本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた表示装置を備えた携帯端末を示すブロック図である。

【0121】図9及び図10において、9は音声信号に変換するマイク、10は音声信号を音声に変換するスピーカー、11はダイヤルボタン等から構成される操作部、12は着信等を表示する表示部であり本発明の有機エレクトロルミネッセンスを用いた表示装置より構成されている、13はアンテナ、14はマイク9からの音声信号を送信信号に変換する送信部で、送信部14で作製された送信信号は、アンテナ13を通して外部に放出される。15はアンテナ13で受信した受信信号を音声信号に変換する受信部で、受信部15で作成された音声信号はスピーカー10にて音声に変換される。16は送信部14、受信部15、操作部11、表示部12を制御する制御部である。

(13)

23

【0122】マイク9は、使用者（発信者）の通話時の音声等が入力され、スピーカー10からは相手側の音声や告知音出力されて使用者（受信者）に伝達される。なお、携帯端末として、ページャーを用いる場合には、マイクは特に設けなくてもよい。

【0123】更に、操作部11には、ダイヤルボタンとしてのテンキーや各種の機能キーを備えている。また、テンキーや各種の機能キーだけでなく、文字キー等を備えていてもよい。この操作部11から、電話番号、氏名、時刻、各種機能の設定、Eメールアドレス、URL等の所定のデータが入力される。更に操作部11は、このようなキーボードによる操作だけでなく、ペン入力装置、音声入力装置、磁気又は光学入力装置を用いてもよい。

【0124】表示部12は、操作部11から入力される所定のデータやメモリに記憶された電話番号、Eメールアドレス、URL等のデータ或いはキャラクタアイコン等が表示される。

【0125】また、アンテナ13は、電波の送信か受信の少なくとも一方を行う。なお、本実施の形態では、信号の送信、受信を電波で行うので、アンテナ（ヘリカルアンテナ、平面アンテナ等）を設けたが、光通信等を行う場合には、発光素子や受光素子をアンテナの代わりに設けてもよい。この場合には、発光素子で信号を他の通信機器などに送信し、受光素子で外部からの信号を受信する。

【0126】送信部14、受信部15は、それぞれ、音声信号を送信信号に変換し、受信した受信信号を音声信号に変換する。

【0127】更に、制御部16は、図示されていないCPUやメモリ等を用いた従来公知の手法により構成されており、送信部14、受信部15、及び、操作部11、表示部12を制御する。より具体的には、これら各部に設けられた図示しない各制御回路、駆動回路等に命令を与える。例えば、制御部16からの表示命令を受けた表示制御回路は、表示駆動回路を駆動し、表示部12に表示が行われる。

【0128】以下その動作の一例について説明する。

【0129】先ず、着信があった場合には、受信部15から制御部16に着信信号を送出し、制御部16は、その着信信号に基づいて、表示部12に所定のキャラクタ等を表示させ、更に操作部11から着信を受ける旨のボタン等が押されると、信号が制御部16に送出されて、制御部16は、着信モードに各部を設定する。即ちアンテナ13で受信した信号は、受信部15で音声信号に変換され、音声信号はスピーカー10から音声として出力されると共に、マイク9から入力された音声は、音声信号に変換され、送信部14を介し、アンテナ13を通して外部に送出される。

【0130】次に、発信する場合について説明する。

24

【0131】まず、発信する場合には、操作部11から発信する旨の信号が、制御部16に入力される。続いて電話番号に相当する信号が操作部11から制御部16に送られてくると、制御部16は送信部14を介して、電話番号に対応する信号をアンテナ13から送出する。その送出信号によって、相手方との通信が確立されたら、その旨の信号がアンテナ13を介し受信部15を通して制御部16に送られると、制御部16は発信モードに各部を設定する。即ちアンテナ13で受信した信号は、受信部15で音声信号に変換され、音声信号はスピーカー10から音声として出力されると共に、マイク9から入力された音声は、音声信号に変換され、送信部14を介し、アンテナ13を通して外部に送出される。

【0132】なお、本実施の形態では、音声を送信受信した例を示したが、音声に限らず、文字データ等の音声以外のデータの送信もしくは受信の少なくとも一方を行う携帯端末についても同様な効果を得ることができる。

【0133】このような本実施の形態による携帯端末においては、高効率な発光性能を維持することができるため、バッテリー等の電力使用量を抑制することができる。これにより、携帯端末の長時間使用を可能にしたり、あるいは、バッテリーの小型化による軽量化を図ることが可能である。特に近年、携帯端末に用いる表示素子はより高画質で、かつ低消費電力であることが求められており、従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の光取り出しに比べて、高画質・高効率化は大きなメリットをもたらす。そして、高効率化によって、電池容量の減量化が可能となり、軽量化や長使用時間化を図ることができる。また、有機エレクトロルミネッセンス素子の基板として、高分子フィルムを用いれば、飛躍的な軽量化をもたらすことが可能となる。

【0134】また、携帯端末のような個人使用を目的とした携帯端末においては、使用者本人だけが情報を認識でき、周囲からは情報を認識できないような特性が要求されており、本発明における表示素子では、光の配向を正面方向に強くする等の設計が可能であるため、上記したような用途に対し非常に有効である。

【0135】

【実施例】（実施例1）ガラスからなる透明基板上に、膜厚160nmのAl膜を形成した後、Al膜上にレジスト材（東京応化社製、OFPR-800）をスピンコート法により塗布して厚さ10μmのレジスト膜を形成し、マスク、露光、現像してレジスト膜を所定の形状にパターニングした。次に、この基板を50℃で50%の塩酸中に浸漬して、レジスト膜が形成されていない部分のAl膜をエッチングした後、レジスト膜も除去し、所定のパターンのAl膜からなる陽極が形成されたパターニング基板を得た。

【0136】次に、このパターニング基板を、70℃の純水による5分間の超音波洗浄により洗浄処理した後、

(14)

25

窒素ブローアで基板に付着した水分を除去し、さらに加熱して乾燥した。

【0137】次に、 2×10^{-6} Torr以下の真空度まで減圧した抵抗加熱蒸着装置内にて、陰極上に発光層としてAlq₃を約60nmの膜厚で形成し、その発光層上に正孔輸送層としてTPDを約50nmの膜厚で形成した。なお、TPDとAlq₃の蒸着速度は、共に0.2nm/sであった。

【0138】次に、 2×10^{-6} Torr以下の真空度まで減圧した低ダメージスパッタ装置内にて、金属マスクによりマスクし、正孔輸送層上に膜厚160nmのITO膜を成膜し透明陽極とした。

【0139】次に、同様に低ダメージスパッタ装置内にて、前記ITO膜上に、膜厚3μmの酸化シリコン膜を保護膜として成膜した。

【0140】次に、ポリカーボネートからなる透明樹脂板を、前記パターンニングされた陽極および陰極により形成される画素に対応したピッチで形成された対称なV字形の鋼鉄製バイトにより1方向に切削し、面内1方向に平行なV字形溝の形成された光の角度変換パネルとした。

【0141】次に、前記保護膜表面に光学用接着剤を一樣に塗布し、前記光の角度変換パネルを貼り付けた。

【0142】(実施例2) ガラスからなる透明基板を、洗剤(フルウチ化学社製、セミコクリーン)による5分間の超音波洗浄、純水による10分間の超音波洗浄、アンモニア水1(体積比)に対して過酸化水素水1と水5を混合した溶液による5分間の超音波洗浄、70℃の純水による5分間の超音波洗浄の順に洗浄処理した後、窒素ブローアで基板に付着した水分を除去し乾燥した。

【0143】次に、基板を、 2×10^{-6} Torr以下の真空度まで減圧した抵抗加熱蒸着装置内にて、15at%のLiを含むAl-Li合金を蒸着源として、金属マスクによりパターンニングされた陰極を150nmの膜厚で成膜した。

【0144】次に、同様に抵抗加熱蒸着装置内にて、陰極上に発光層としてAlq₃を約60nmの膜厚で形成し、その発光層上に正孔輸送層としてTPDを約50nmの膜厚で形成した。なお、TPDとAlq₃の蒸着速度は、共に0.2nm/sであった。

【0145】次に、 2×10^{-6} Torr以下の真空度まで減圧した低ダメージスパッタ装置内にて、金属マスクによりマスクし、正孔輸送層上に膜厚160nmのITO膜を成膜した。

【0146】次に、同様に低ダメージスパッタ装置内にて、凹凸形状の有機エレクトロルミネッセンス素子上に、膜厚3μmの窒化シリコン膜を保護膜として成膜した。

【0147】次に、PMMA(アクリル)からなる透明樹脂板を、前記パターンニングされた陽極および陰極によ

26

り形成される画素に対応したピッチで形成された対称なV字形の鋼鉄製バイトにより1方向に切削し、更に、前記V字形溝の形成された透明樹脂板を90°回転させ、同様に、前記鋼鉄製バイトにより切削し、面内互いに直交する2方向に平行なV字形溝の形成された光の角度変換パネルとした。

【0148】次に、前記保護膜表面にエチレングリコールからなる光学結合剤を一樣に塗布し、表面張力を利用して前記光の角度変換パネルを貼り付けた後、光の角度変換パネルの4隅を接着剤を用いて固定した。

【0149】(実施例3) シリコンからなる不透明基板を、洗剤(フルウチ化学社製、セミコクリーン)による5分間の超音波洗浄、純水による10分間の超音波洗浄、アンモニア水1(体積比)に対して過酸化水素水1と水5を混合した溶液による5分間の超音波洗浄、70℃の純水による5分間の超音波洗浄の順に洗浄処理した後、窒素ブローアで基板に付着した水分を除去し乾燥した。

【0150】次に、基板を、 2×10^{-6} Torr以下の真空度まで減圧した抵抗加熱蒸着装置内にて、15at%のLiを含むAl-Li合金を蒸着源として、金属マスクによりパターンニングされた陰極を150nmの膜厚で成膜した。

【0151】次に、同様に抵抗加熱蒸着装置内にて、陰極上に発光層としてAlq₃を約60nmの膜厚で形成し、その発光層上に正孔輸送層としてTPDを約50nmの膜厚で形成した。なお、TPDとAlq₃の蒸着速度は、共に0.2nm/sであった。

【0152】次に、 2×10^{-6} Torr以下の真空度まで減圧した低ダメージスパッタ装置内にて、金属マスクによりマスクし、正孔輸送層上に膜厚160nmのITO膜を成膜した。

【0153】次に、同様に低ダメージスパッタ装置内にて、凹凸形状の有機エレクトロルミネッセンス素子上に、膜厚3μmの酸化シリコン膜を保護膜として成膜した。

【0154】次に、前記パターンニングされた陽極および陰極により形成される画素に対応したピッチで面内互いに直交する2方向に平行な対称V字形突起の形成された鋼鉄製金型を形成し、熱間加工により、ポリカーボネートよりなる光の角度変換パネルを形成した。

【0155】次に、前記光の角度変換パネルのV字形溝の形成された面と対向する面に、光散乱フィルムを貼り付け、光取り出し面が散乱面である光の角度変換パネルとした。

【0156】次に、前記保護膜表面に光学用接着剤を一樣に塗布し、前記光の角度変換パネルを貼り付けた。

【0157】(実施例4) ガラスからなる透明基板上に、膜厚160nmのAl膜を形成した後、Al膜上にレジスト材(東京応化社製、OFPR-800)をスピ

(15)

27

ンコート法により塗布して厚さ $10\ \mu\text{m}$ のレジスト膜を形成し、マスク、露光、現像してレジスト膜を所定の形状にパターンニングした。次に、この基板を 50°C で 50% の塩酸中に浸漬して、レジスト膜が形成されていない部分の Al 膜をエッチングした後、レジスト膜も除去し、所定のパターンの Al 膜からなる陽極が形成されたパターンニング基板を得た。

【0158】次に、このパターンニング基板を、 70°C の純水による 5 分間の超音波洗浄により洗浄処理した後、窒素ブローアで基板に付着した水分を除去し、さらに加熱して乾燥した。

【0159】次に、 $2 \times 10^{-6}\text{Torr}$ 以下の真空度まで減圧した抵抗加熱蒸着装置内にて、陰極上に発光層として Alq₃ を約 60nm の膜厚で形成し、その発光層上に正孔輸送層として TPD を約 50nm の膜厚で形成した。なお、TPD と Alq₃ の蒸着速度は、共に 0.2nm/s であった。

【0160】次に、 $2 \times 10^{-6}\text{Torr}$ 以下の真空度まで減圧した低ダメージスパッタ装置内にて、金属マスクによりマスクし、正孔輸送層上に膜厚 160nm の ITO 膜を成膜し透明陽極とした。

【0161】次に、同様に低ダメージスパッタ装置内にて、前記 ITO 膜上に、膜厚 $3\ \mu\text{m}$ の酸化シリコン膜を保護膜として成膜した。

【0162】次に、前記パターンニングされた陽極および陰極により形成される画素に対応したピッチで面内互いに直交する 2 方向に平行な非対称 V 字形突起の形成された鋼鉄製金型を形成し、熱間加工により、ポリカーボネートよりなる光の角度変換パネルを形成した。

【0163】次に、前記保護膜表面に光学用接着剤を一樣に塗布し、前記光の角度変換パネルを貼り付けた。

【0164】(実施例 5) ガラスからなる透明基板上に、膜厚 160nm の Al 膜を形成した後、Al 膜上にレジスト材 (東京応化社製、OFPR-800) をスピンコート法により塗布して厚さ $10\ \mu\text{m}$ のレジスト膜を形成し、マスク、露光、現像してレジスト膜を所定の形状にパターンニングした。次に、この基板を 50°C で 50% の塩酸中に浸漬して、レジスト膜が形成されていない部分の Al 膜をエッチングした後、レジスト膜も除去し、所定のパターンの Al 膜からなる陽極が形成されたパターンニング基板を得た。

【0165】次に、このパターンニング基板を、 70°C の純水による 5 分間の超音波洗浄により洗浄処理した後、窒素ブローアで基板に付着した水分を除去し、さらに加熱して乾燥した。

【0166】次に、 $2 \times 10^{-6}\text{Torr}$ 以下の真空度まで減圧した抵抗加熱蒸着装置内にて、陰極上に発光層として Alq₃ を約 60nm の膜厚で形成し、その発光層上に正孔輸送層として TPD を約 50nm の膜厚で形成した。なお、TPD と Alq₃ の蒸着速度は、共に 0.2nm/s であった。

28

2nm/s であった。

【0167】次に、 $2 \times 10^{-6}\text{Torr}$ 以下の真空度まで減圧した低ダメージスパッタ装置内にて、金属マスクによりマスクし、正孔輸送層上に膜厚 160nm の ITO 膜を成膜し透明陽極とした。

【0168】次に、同様に低ダメージスパッタ装置内にて、前記 ITO 膜上に、膜厚 $3\ \mu\text{m}$ の酸化シリコン膜を保護膜として成膜した。

【0169】次に、PMMA (アクリル) からなる透明樹脂板を、前記パターンニングされた陽極および陰極により形成される画素に対応したピッチで形成された対称な V 字形の鋼鉄製バイトにより 1 方向に切削し、更に、前記 V 字形溝の形成された透明樹脂板を 90° 回転させ、同様に、前記鋼鉄製バイトにより切削し、面内互いに直交する 2 方向に平行な V 字形溝の形成された光の角度変換パネルとした。

【0170】次に、前記光の角度変換パネルを $2 \times 10^{-6}\text{Torr}$ 以下の真空度まで減圧した抵抗加熱蒸着装置内にて、V 字形溝の形成された表面に、光反射層として Al を約 100nm の膜厚で形成し、更に、Al 光反射層の形成された V 字形溝側の面を、研磨装置を用いて、 $1\ \mu\text{m}$ 切削することで、側面が光反射面である、光の角度変換パネルとした。

【0171】次に、前記保護膜表面にエチレングリコールからなる光学結合剤を一樣に塗布し、表面張力を利用して前記光の角度変換パネルを貼り付けた後、光の角度変換パネルの 4 隅を接着剤を用いて固定した。

【0172】(比較例 1) ガラスからなる透明基板上に、実施例 1 と同様に、膜厚 160nm の Al 膜を形成した後、Al 膜上にレジスト材 (東京応化社製、OFPR-800) をスピンコート法により塗布して厚さ $10\ \mu\text{m}$ のレジスト膜を形成し、マスク、露光、現像してレジスト膜を所定の形状にパターンニングした。次に、この基板を 60°C で 50% の塩酸中に浸漬して、レジスト膜が形成されていない部分の Al 膜をエッチングした後、レジスト膜も除去し、所定のパターンの Al 膜からなる陽極が形成されたパターンニング基板を得た。

【0173】次に、このパターンニング基板を、 70°C の純水による 5 分間の超音波洗浄により洗浄処理した後、窒素ブローアで基板に付着した水分を除去し、さらに加熱して乾燥した。

【0174】次に、 $2 \times 10^{-6}\text{Torr}$ 以下の真空度まで減圧した抵抗加熱蒸着装置内にて、陰極上に発光層として Alq₃ を約 60nm の膜厚で形成し、その発光層上に正孔輸送層として TPD を約 50nm の膜厚で形成した。なお、TPD と Alq₃ の蒸着速度は、共に 0.2nm/s であった。

【0175】次に、 $2 \times 10^{-6}\text{Torr}$ 以下の真空度まで減圧した低ダメージスパッタ装置内にて、金属マスクによりマスクし、正孔輸送層上に膜厚 160nm の ITO

(16)

29

膜を成膜し透明陽極とした。

【0176】次に、同様に低ダメージスパッタ装置内に、凹凸形状の有機エレクトロルミネッセンス素子上に、膜厚3 μm の酸化シリコン膜を保護膜として成膜し*

*た。

【0177】

【表1】

	発光効率	正面輝度	発光面視認性
実施例1	○	○	○
実施例2	◎	◎	◎
実施例3	◎	○	○
実施例4	◎	○	△
実施例5	◎	◎	△
比較例1	△	△	△

【0178】ここで、(表1)の評価項目における評価方法及びその評価基準について説明する。

【0179】素子の発光効率は、有機エレクトロルミネッセンス素子に一定電流を流したときの全方位における発光輝度の和を評価した。その評価基準は、比較例1の発光効率に対して、◎：非常に優れている、○：優れている、△：許容できるである。

【0180】素子の正面輝度は、有機エレクトロルミネッセンス素子に一定電流を流したときの正面方向での発光輝度を評価した。その評価基準は、比較例1の正面輝度に対して、◎：非常に優れている、○：優れている、△：許容できるである。

【0181】発光面の視認性は、有機エレクトロルミネッセンス素子を300 μm ×300 μm の画素からなる表示装置としたときの、正面方向における光のにじみ、ぼけについて、視認性の程度を目視にて評価した。評価は、◎、○、△の三段階評価であり、その評価基準は、◎：非常に優れている、○：優れている、△：許容できるである。

【0182】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、有機エレクトロルミネッセンス素子表面に光の角度変換パネルを貼り付けることで、高効率の発光輝度特性を有する有機エレクトロルミネッセンス素子、それを用いた表示装置及び携帯端末、および照明装置を提供することができる。また、メサ型構造の対称性や光取り出し面における散乱を調整することで、にじみや光ぼけの少ない、あるいは、特定の視野角特性を持った有機エレクトロルミネッセンス素子、それを用いた表示装置及び携帯端末を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における光の角度変換パネルの一例を示す図

【図2】本発明の実施の形態における光の角度変換パネルの一例を示す図

【図3】本発明の実施の形態における光の角度変換パネ

ルに形成される溝の断面形状を示す図

【図4】本発明の実施の形態における光の角度変換パネルに形成される溝の断面形状を示す図

【図5】本発明の実施の形態における有機エレクトロルミネッセンス素子の要部断面図

【図6】本発明の実施の形態における有機エレクトロルミネッセンス素子の要部断面図

【図7】本発明の実施の形態における有機エレクトロルミネッセンス素子の要部断面図

【図8】本発明の実施の形態における有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた表示装置の概略斜視図

【図9】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた表示装置を備えた携帯端末を示す斜視図

【図10】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた表示装置を備えた携帯端末を示すブロック図

【図11】従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の要部断面図

【図12】従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の要部断面における代表的な光線経路を示す模式図

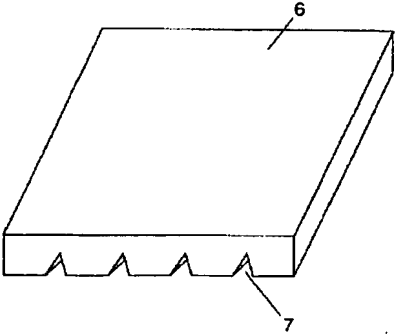
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 陽極
- 3 正孔輸送層
- 4 発光層
- 5 陰極
- 6 光の角度変換パネル
- 7, 8 溝
- 9 マイク
- 10 スピーカー
- 11 操作部
- 12 表示部
- 13 アンテナ
- 14 送信部
- 15 受信部
- 16 制御部

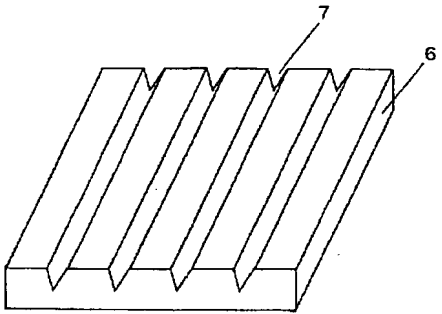
(17)

【図1】

(a)

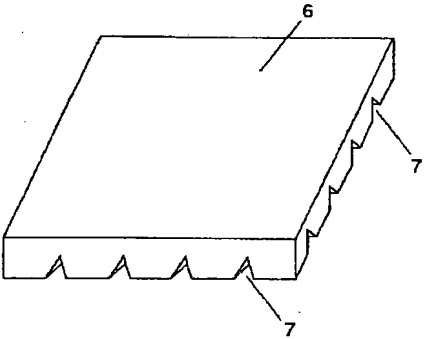


(b)

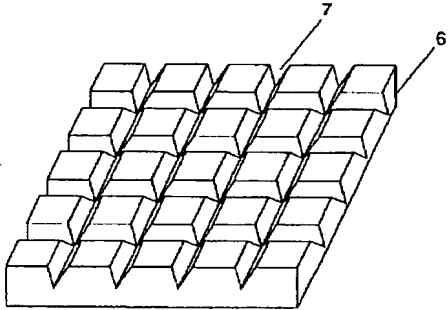


【図2】

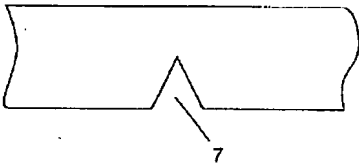
(a)



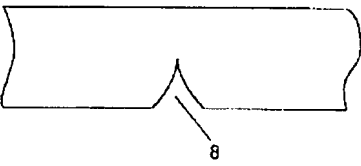
(b)



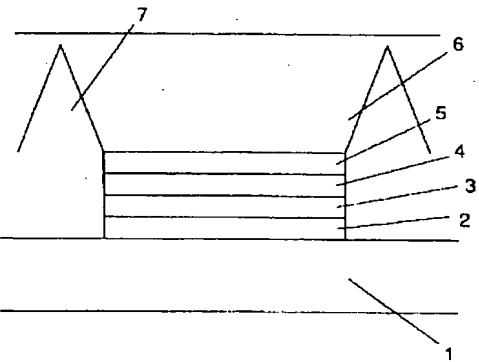
【図3】



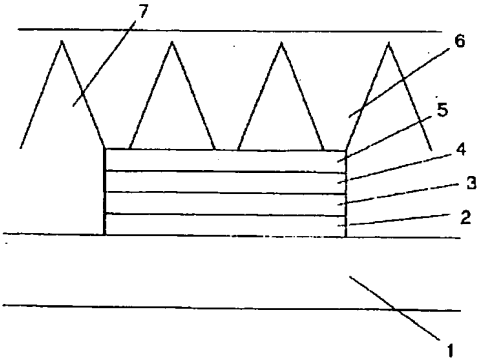
【図4】



【図5】

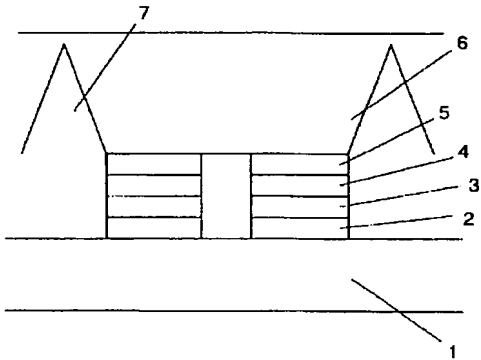


【図6】

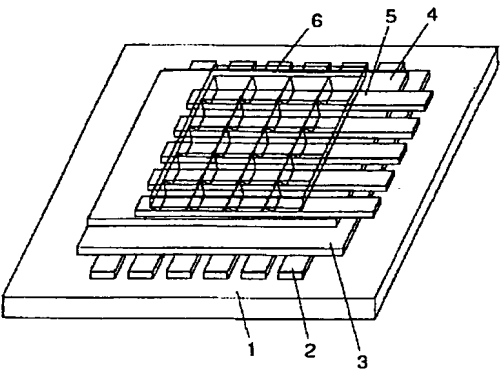


(18)

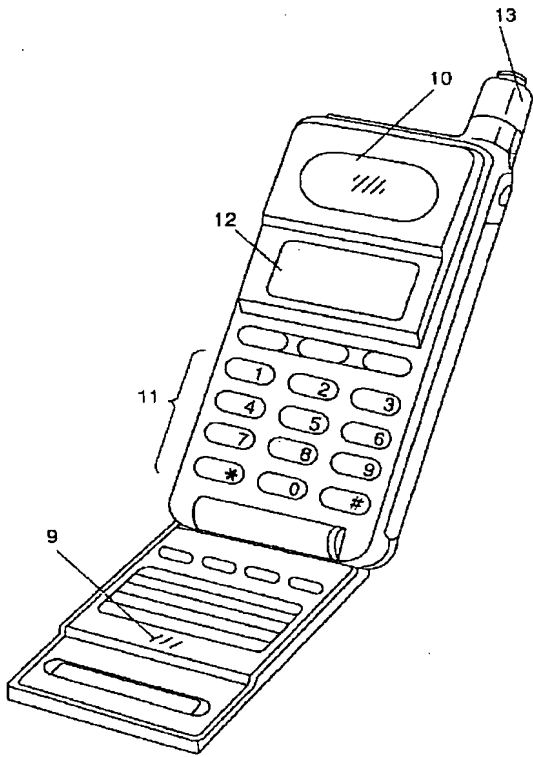
【図 7】



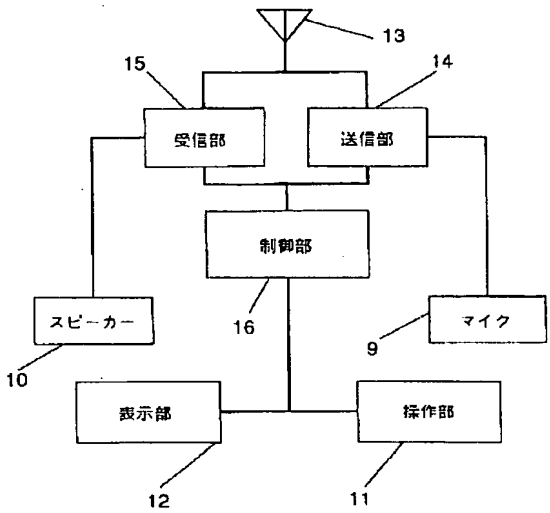
【図 8】



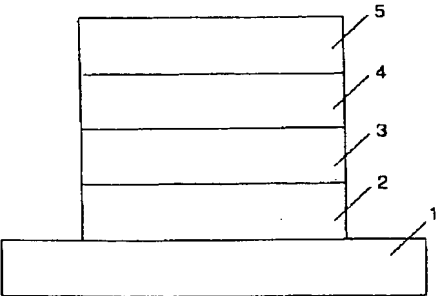
【図 9】



【図 10】

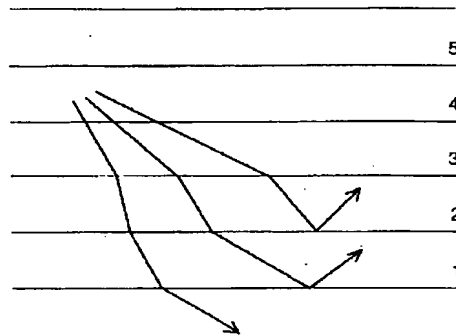


【図 11】



(19)

【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 康弘
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 山口 博史
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 杉浦 久則
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB03 AB17 BB06 DB03